

キュポラ熔解に於けるスラッグの変化について

養 田 実
高 山 藤 一 郎
沢 田 道 幸

About the Change of the Slag on the Cupola Operation

Minoru YOHTA
Touichiro TAKAYAMA
Michiyuki SAWADA

The lustreless charcoal-grey and somewhat porous slag layer is always noticed in the cupola well after its operation.

The author researched these slag by means of appendixes, for example carbon black, limestone, sand, etc., and cooling velocity or other processes.

And obtained its becoming cause and properties in relation to the well conditions.

〔Ⅰ〕 緒 言

Cupola 操業の終了後湯溜内部を解体してみると、常に最底部に湯層の残りが存在し、その直ぐ上部に鼠色のくすんだ稍ポーラスな大きな block が見られるのである。これが一体何であるか当初見当がつかなかった。鉄の系統であるか Slag の系統に属するものであるか良く解らなかつたのである。而も常に多量に取り出されることからしてもそう特殊なものとも考えられない。とも角この実態を或る程度究明してみようと考え少し検討を加えてみた次第である。

〔Ⅱ〕 湯溜内部状況

Cupola の湯溜内部は Coke の充填された状態の間隙を縫つて湯が存在するのではなくて、底に湯層が単独に存在し、Bed Coke は上方に浮き揚ることが考えられ、これに関しては前にも報告し

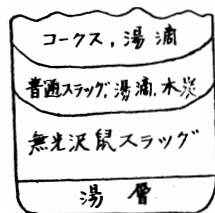


図-1

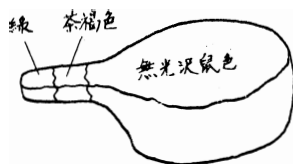


図-2

たが、操業後解体してみると大体図-1のような状態になっていることが解る。鼠無光沢はこのように存在している。

尚 Slag hole 附近の状況を解体してみた結果は図-2 に示す通りであつて、炉内部は鼠無光沢次第に外部に達するにつれて光沢を帯び色彩もこのように変つて

〔Ⅲ〕 鼠 Slag の状態

この鼠色の block は稍黒味の浅い Coke の余りポーラスでない場合のような感じで普通の Slag に見られるような光沢ある色彩はない。然し比重は 2.5~2.6 大体 Slag と同様である。

相当大きな block としていつも取り出されるが一般光沢 Slag はその上方に存在している。

又時によると大きな鼠 block の他に光沢 Slag と混在してみられることもある。然しこの場合の範囲はごく少部分で而も両方を分離させようとしても唯叩くだけでは離れない。

試みに顕微鏡で見ると写真のようになる。これは平たく割れた破面をそのまま見たもので倍率は100倍



写真-1 緑 slag 破面



写真-2 鼠 slag 破面



写真-3 鼠 slag 再熔解破面



写真-4 緑 slag に carbon black 1% 吸収 melt 破面

写真-1 は普通の緑色光沢 Slag

写真-2 はその時の操業で得られた鼠 block である。

写真-3 はこの鼠 block を再熔解したものの表面である。再熔解しても元の鼠にはならないで光沢ある青黒色の普通の Slag のようなものになる。

写真-4 は後で出てくるが初めの写真-1 で見た緑色光沢 Slag に Carbon black を 1% 加えて熔解したものの破面であつて稍チヨコレート色の光沢あるものとなる。

〔Ⅳ〕 分析結果

鼠 block を Slag と認めたのは比重の他に成分分析の結果である。分析値を見ると一般 Slag と同様な成分を示している。この一例を書いたのが表-1である。

表-1 スラッグ分析表

No.	成分	SiO ₂	CaO	MnO	Al ₂ O ₃	FeO	C	P	S
1		45.50	22.62	2.59	14.14	10.68	0.147		
2		44.92	22.74	2.70	14.93	7.47	0.343		
3		43.55	32.00	3.78	15.34	4.46	0.17	0.024	0.29
4		45.87	16.17	2.64	14.06	20.05	0.10	0.051	0.33
5		47.07	17.00	3.59	13.47	17.03	0.35	0.036	0.28

1 と 2 は同じ操業の Slag, 3, 4, 5 も別の場合の同一操業の例である。1 は緑光沢一般 Slag, 2 は鼠 block, 3 も緑光沢 Slag, 4 はその時の操業末期の黒味光沢 Slag, 5 はその時得られた鼠 block。この分析値をみると鼠 block は c% が他に較べて目立って高く約倍程の相違があることが認められる。

〔Ⅴ〕 実 験

そこで緑光沢の一般 Slag に何等かの処理をすれば鼠 block が出来るのではないかと云う事が考

えられたので、一般 Slag をルツボに入れて熔解しその間に色々な処理を行つてみたのが表一 2に見られる諸実験である。

先ずこの表に用いた記号を記せば

綠色光沢 Slag 塊	.....G
" " 粉	.....Gp
無光沢鼠 Slag 塊	.....P
" " 粉	.....Pp
カーボンブラツク粉	.....C・B
コークス粒	.....C・K
鉄粉	.....Fe
床砂	.....B
床砂ライニング	.....B・I
床砂及カーボンブラツクライニング	.....(B+CB)I
砂かぶせ	.....S
水かけ	.....W
熔解温度高	.....H
" 低	.....L
砂場流し	.....SM
鉄鋳上流し	.....FM
炉冷	.....O

表一 2 スラツグ配合実験結果一覽

No	ルツボ試料 の状態及状態	添加物及状態	熔解 温度	熔 解 後 処 置			結 果
				1	2	3	
1		G	H	SM			
2		G	"	FM			
3		Gp	"	"			
4		Gp	"	"			
5		G	"	"			
6		Gp	"	"			
7		Gp	"	"			
8		Gp	"	"			
9		G	"	"			
10		P	"	"			
11		G	"	ルツボ共外へ出し	W		
12		G	"	"	W多		
13		G	"	FM			
14		G	"	ルツボ共外へ出し			ルツボの底に残つた もの
15		G	"	"	砂かぶせ		1日放置体積減少
16		G	"	砂かぶせ	O		
17		G	"	"	ルツボ共外へ出し	酸素	
18		Gp	"	FM			
19		Gp	"	"			
20		Gp	"	"			

21	底に鉄塊	G		"	蓋	O		
22	"	G		"	CB上	蓋	O	
23	BI	G		"	蓋	O		
24		G		"	CB上	O		
25		G		"	CK上	O		
26	BI	G	CB層混	"	蓋	O		
27	(B+CB)	G		"	"	O		
28		G		L	CK+ 炭混入	W	O	中央鼠出来上下出来
29		P		"	" "	"	O	鼠出来ず黒緑光沢
30		P別		"	O			黒緑光沢
31		G		"	CK混入	O		中央鼠上下青
32		G		"	炭 混入	O		"
33		G		"	CK混入	W	O	中央鼠
34		G		"	炭 混入	"	O	上下鼠最上及下青
35		G		"	W	O		表面茶他緑(乳混)
36		G			CB押込	O		上一部鼠他緑
37		G	CB 混	L	"	O		乳綠色
38		G	" "	H	"	O		上鼠下濃緑
39		G	CK "	"	CK押込	O		上鼠下黒光沢
40		G		"	Na ₂ CO ₃ 押込	O		上褐鼠他緑
41		G			BLしたルツボ中	O		
42		G		H	CK押込	CK取出	FM	
43		G		"	"	"	O	
44		G			"	FM		
45		G			"	O		中央鼠稍小
46		G			床砂押込	O		上茶鼠下青光沢
47		G			鋳物砂押込	O		上中茶褐鼠下黒味光沢
48		G		H	鉄バリ押込	O		
49		G			鉄粉押込	O		表面のみ鼠
50		G		H	W	O		35と同様
51		G	CB 混	L	CB押込	O		31と同様表面鼠少
52	密閉	P		H	O			
53	レンガ	P		"	O			
54	蓋開	P		"	O			
55	放	G		"	鋼錆屑押込	O		全体鼠
56		G		"	石灰石押込	O		石灰白色混周囲緑光沢他は鼠小
57		G		"	石 押 込	O		中央大部鼠上下緑少
58		G		"	凝固するまで掻拌			全部鼠
59		P		"	CK押込	O		全部鼠上緑少
60								

No. 1 一般緑 Slag を再溶解したもの、やはり元と同じ緑 Slag になる。

No. 10 問題の鼠 Slag を再溶解したもの、元とは違つた光沢ある青黒色になる。

No. 2~9 緑 Slag に Carbon black を色々配合してみた場合である。

block 混、層混、とも角色は変わるが光沢もあり一般 Slag の感じを抜けない。

No. 11~12 水分又は水蒸気がどんな影響を与えるかをためしてみたもの、白つばい泡未状になるだけである。

No. 14~16 冷却状況がどのような影響を与えるかを調べるために砂をかぶせたり徐冷したりした

もの。

- No. 17 酸素を吹込んでみたもの、むしろ緑が薄くなる。
- No. 18~20 実際の作業の場合を考えて床砂を緑 Slag に混ぜて溶解してみたもの、色は変わるが光沢は相変わらず。
- No. 21~22 これも実際湯層の上部に存在することから銑鉄塊を下に敷いてとかしてみたもの。
- No. 23 ルツボを床砂で lining してそれで緑 Slag をとかけた場合。
- No. 24~25 とけた表面に Carbon black 又はコークスを充分かぶせた場合 Carbon black は全体に浸透してチョコレート色に変色してくるが光沢はある。
- No. 26 ルツボを砂で lining しそれに緑 Slag と Carbon black を混ぜてとかけたもの。
- No. 27 床砂に Carbon black を混ぜて lining しそれでとかけたもの。
- No. 28~29 これも実際に則してルツボ内で melt した後コークスと木炭を加へそれに上から水をかけてみたもの。その結果緑 Slag をとかしてやつたものでは中央部に問題の鼠無光沢が相当多量に出来た。然し初めから鼠を入れてとかしてやつたものは却つて青黒色の光沢あるものが出来た。
- No. 30 これは別の日に作業したとき出来た鼠 Slag を remelt したもので、念のため test であるがやはり青黒色の光沢あるものを生じた。
- No. 31~34 今度はコークスと木炭を夫々単独に別々にやつてみた場合、又別に入れて火をかけた場合。何れも鼠が出来ている。
- No. 36~39 同様に Carbon black を押し込んだ場合これも多少鼠が出来ている。
- No. 40 Na_2CO_3 を押し込んでみた場合、これも多少鼠が出来ている。
- No. 42~43 緑 Slag を melt しコークスを押込んでかきまぜ間もなくそのコークスを取り出してそれを炉冷又は流し出したもの。いずれも鼠は出来ていない。
- No. 44 コークスを押し込んでかきまぜ流し出したもの。これも鼠にはならぬ。
- No. 45 前の場合と同じでこれを炉冷してみると多少鼠が出来ている。
- No. 46~51 床砂とか鋳物砂とか色々なものを押し込んでみて炉冷した場合で鼠が出来たり出来なかつたりしている。
- No. 52~54 ルツボを密閉したときの効果をみるために行つたが開放と変りがなかつた。
- No. 55~57 Scrap 銹屑や石灰石或いは石ころ等を入れてかきまぜ炉冷したもの。石灰石の場合は余り鼠が現れなかつた。
- No. 58 緑を唯 melt し、凝固するまで鉄棒でかきまぜたもの、全体が殆んど鼠となつた。
- No. 59 本来鼠であつたものを melt しとけたらコークスを押し込んでかきまぜ炉冷したもの。一部青光沢となつたが大部分は鼠。

〔VI〕 考 察

- (1) そのまま熔かせば温度の高低、冷却速度の如何に拘らず鼠無光沢は出来ない。
- (2) CO_2 水蒸気等ガスの影響によつて出来た鼠はポーラス無光沢でも茶褐色を帯び様子の多少違つたものになるようである。
- (3) カーボン其他の配合物も緑 Slag と一緒に混入 melt したのでは色の違う Slag が出来る丈で鼠にならない。
- (4) とも角カーボンにせよ鉄、砂など何れにしても melt の状態でないものが Slag がとけてからこのような介在物の存在で攪拌しゆつくり凝固させれば大体鼠ポーラス無光沢の block が出来るようである。

(5) 鼠を再熔解すれば光沢 Slag となり、而も色が青黒くなると云うことは、成分的にも緑 Slag と相違していることが考えられ、これが介在物による影響と云うように見られる訳である。

(6) Carbon の浸透による場合には当然 C%の増大が考えられる。

〔VII〕 結 言

これを Cupola 操業の状況に照して見ると次のようなことが考えられる。

(1) 上方から湯滴や Slag の滴が落下して Slag 層を突き抜けて通る。その影響で最終的には湯層と接している Slag 層が鼠無光沢のものとなる。そう云う風に考えることが出来そうである。事実最下層の湯層を取り出すと表面に最後に降下した湯滴が粒状に点在凝固して ガマガエルの背中のような状態になっている場合がある。

(2) Slag 層の上部にあるコークス及び木炭又は周囲の炉壁又は下の湯層なども鼠化の条件に合致するようになれば影響して来ると思われる。

(3) 然し最も大きな原因は初めに記した湯滴等の降下によるものと考えられる様である。何故ならば鼠の block は相当大きく而も外側も内部も又上も下も全体が一様に鼠化している事からそのように思われる。

而して上部にある湯滴中の C%等の成分関係が Slag 層を通過して湯層に達すると却つて減少を示すことの証拠ともなり従つて Cupola 熔解に於いて湯溜内部には Bed が浮き上りコークスが下底には存在しないことと相まつて湯溜内に於ける C%の吸収が余り期待出来ないのみならず却つて減少する場合もあり得ると云う考え方のもとにもなるように思われる。

尚本稿は鑄物協会秋期大会（昭和32年）に発表したものと関連がある。